

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

#2

10/069310

PRIORITY
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 01 NOV 2000	
WIPO	PCT

DE0002727

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung

4

Aktenzeichen: 199 37 961.0

Anmeldetag: 11. August 1999

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Brennstoffeinspritzventil und Verfahren zur Herstellung von Austrittsöffnungen an Ventilen

IPC: F 02 M, B 23 P

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. September 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

10.08.99 Kg/Kat

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Brennstoffeinspritzventil und Verfahren zur Herstellung von Austrittsöffnungen an Ventilen

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Anspruchs 1 und einem Verfahren zur Herstellung von Austrittsöffnungen an Ventilen nach der Gattung des Anspruchs 11 bzw. des Anspruchs 17.

20

Aus der DE 196 36 396 A1 ist bereits ein Brennstoffeinspritzventil bekannt, das stromabwärts seiner Ventilsitzfläche, mit der ein Ventilschließkörper zum Öffnen und Schließen des Ventils zusammenwirkt, eine Lochscheibe aufweist. Diese aus einem Blech geformte, topfförmige Lochscheibe besitzt eine Vielzahl von Abspritzöffnungen, durch die der Brennstoff beispielsweise in ein Saugrohr einer Brennkraftmaschine in Richtung eines Einlassventils abgegeben wird. Diese Abspritzöffnungen werden durch Stanzen, Erodieren oder Laserstrahlbohren in die Lochscheibe

30

einggebracht. Die Abspritzöffnungen weisen dabei über ihre axiale Länge durchgehend einen konstanten kreisförmigen bzw. elliptischen Querschnitt auf.

35

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass in einfacher und kostengünstiger Weise ein sehr großer Variantenrahmen bezüglich der Durchflüsse, Strahlwinkel und Sprayeigenschaften erzielbar ist. In vorteilhafter Weise werden Strahlwinkelschwankungen reduziert. Außerdem sind Strahl- bzw. Spraystrukturierungen und die Erzeugung von Vollkegel- und Hohlkegelstrahlen auch bei starkem Brennraumgegendruck einfacher realisierbar als bei bekannten Brennstoffeinspritzventilen.

Von Vorteil ist es, dass mit dem erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventil eine sehr hohe Zerstäubungsgüte eines abzuspritzenden Brennstoffs sowie an die jeweiligen Erfordernisse (z.B. Einbaubedingungen, Motorkonfigurationen, Zylinderausformungen, Zündkerzenposition) angepasste Strahl- bzw. Sprayformungen erzielt werden. Als Konsequenz können mit einem solchen Einspritzventil u.a. die Abgasemission der Brennkraftmaschine reduziert und ebenso eine Verringerung des Brennstoffverbrauchs erzielt werden.

Besonders bei außermittigen Austrittsöffnungen, bei denen der Mittelpunkt der Eintrittsebene nicht auf der Ventillängsachse liegt, ist es von Vorteil, wenn der Einlaufabschnitt der Austrittsöffnung eine relativ kleine Öffnungsweite besitzt und der Austrittsbereich dann deutlich aufgeweitet ist. Auf diese Weise können sogar bei solchen Ventilen in vorteilhafter Weise kleine Dichtdurchmesser an der Ventilsitzfläche eingehalten werden. Gegenüber bekannter Ventile gleicher Bauart mit außermittigen Austrittsöffnungen lassen sich die statische hydraulische Schließlast verringern und die Dichtheit am Ventilsitz verbessern.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

5 Von besonderem Vorteil ist es, wenn der Brennstoff vor der Austrittsöffnung mit einem Drall beaufschlagt wird, da dann in dem konturierten Austrittsbereich der Austrittsöffnung wirkungsvoll lokale Brennstoffanhäufungen erzeugt werden, die als Strähnen besonders beim direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum erwünscht sind.

10 Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 11 bzw. des Anspruchs 17 hat den Vorteil, dass mit ihm auf einfache Art und Weise ein Brennstoffeinspritzventil herstellbar ist, mit denen die
15 vorgenannten Vorteile erzielbar sind.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im
20 Anspruch 11 bzw. im Anspruch 17 angegebenen Verfahrens möglich.

Durch die hohe Genauigkeit insbesondere des Laserkonturschneidens können sehr exakt Austrittsbereiche ausgeformt werden, durch die sich die Strahlwinkelschwankungen der abgespritzten Brennstoffsprays reduzieren lassen. Die Formgebung der Austrittsbereiche der Austrittsöffnungen mittels Laser- oder
30 Elektronenstrahlabtragen ist besonders im Vergleich z.B. zum mechanischen Prägen mit Prägestempeln extrem flexibel. So sind beispielsweise Austrittsbereiche von Austrittsöffnungen problemlos herstellbar, die mehreckig, sich in Strömungsrichtung pyramidenstumpfförmig erweiternd oder verjüngend, einen kreisförmigen oder elliptischen
35 Querschnitt aufweisend, sich in Strömungsrichtung

kegelstumpfförmig erweiternd oder verjüngend, konvex oder konkav gewölbt, oder gestuft mit mehreren Abschnitten ausgeführt sind.

5 Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 ein
10 Brennstoffeinspritzventil in einem Längsschnitt, Figur 2 einen ersten alternativen Führungs- und Sitzbereich, Figur 3 einen zweiten alternativen Führungs- und Sitzbereich, Figur 4 eine erste Austrittsöffnung in einer Unteransicht, Figur 5 einen Schnitt entlang der Linie V-V in Figur 4, Figur 6 eine
15 zweite Austrittsöffnung in einer Unteransicht, Figur 7 einen Schnitt entlang der Linie VII-VII in Figur 6, Figur 8 eine dritte Austrittsöffnung in einer Unteransicht, Figur 9 einen Schnitt entlang der Linie IX-IX in Figur 8, Figur 10 eine vierte Austrittsöffnung in einer Unteransicht, Figur 11
20 einen Schnitt entlang der Linie XI-XI in Figur 10, Figur 12 eine fünfte Austrittsöffnung in einer Unteransicht, Figur 13 einen Schnitt entlang der Linie XIII-XIII in Figur 12, Figur 14 eine sechste Austrittsöffnung in einer Unteransicht, Figur 15 einen Schnitt entlang der Linie XV-XV in Figur 14, Figur 16 einen Schnitt durch eine siebente Austrittsöffnung, Figur 17 einen Schnitt durch eine achte Austrittsöffnung und Figur 18 einen Schnitt durch eine neunte Austrittsöffnung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

30

Das in der Figur 1 beispielsweise als ein Ausführungsbeispiel dargestellte elektromagnetisch betätigbare Ventil in der Form eines Einspritzventils für Brennstoffeinspritzanlagen von fremdgezündeten
35 Brennkraftmaschinen hat einen von einer Magnetspule 1

5 zumindest teilweise umgebenen, als Innenpol eines
Magnetkreises dienenden, rohrförmigen, weitgehend
hohlzylindrischen Kern 2. Das Brennstoffeinspritzventil
eignet sich besonders als Hochdruckeinspritzventil zum
direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer
Brennkraftmaschine. Ein beispielsweise gestufter
Spulenkörper 3 aus Kunststoff nimmt eine Bewicklung der
Magnetspule 1 auf und ermöglicht in Verbindung mit dem Kern
2 und einem ringförmigen, nichtmagnetischen, von der
10 Magnetspule 1 teilweise umgebenen Zwischenteil 4 mit einem
L-förmigen Querschnitt einen besonders kompakten und kurzen
Aufbau des Einspritzventils im Bereich der Magnetspule 1.

15 In dem Kern 2 ist eine durchgängige Längsöffnung 7
vorgesehen, die sich entlang einer Ventillängsachse 8
erstreckt. Der Kern 2 des Magnetkreises dient auch als
Brennstoffeinlaßstutzen, wobei die Längsöffnung 7 einen
Brennstoffzufuhrkanal darstellt. Mit dem Kern 2 oberhalb der
Magnetspule 1 fest verbunden ist ein äußeres metallenes
20 (z. B. ferritisches) Gehäuseteil 14, das als Außenpol bzw.
äußeres Leitelement den Magnetkreis schließt und die
Magnetspule 1 zumindest in Umfangsrichtung vollständig
umgibt. In der Längsöffnung 7 des Kerns 2 ist zulaufseitig
ein Brennstofffilter 15 vorgesehen, der für die
25 Herausfiltrierung solcher Brennstoffbestandteile sorgt, die
aufgrund ihrer Größe im Einspritzventil Verstopfungen oder
Beschädigungen verursachen könnten. Der Brennstofffilter 15
ist z. B. durch Einpressen im Kern 2 fixiert.

30 Der Kern 2 bildet mit dem Gehäuseteil 14 das zulaufseitige
Ende des Brennstoffeinspritzventils, wobei sich das obere
Gehäuseteil 14 beispielsweise in axialer Richtung

stromabwärts gesehen gerade noch über die Magnetspule 1 hinaus erstreckt. An das obere Gehäuseteil 14 schließt sich dicht und fest ein unteres rohrförmiges Gehäuseteil 18 an, das z. B. ein axial bewegliches Ventiltteil bestehend aus
5 einem Anker 19 und einer stangenförmigen Ventilnadel 20 bzw. einen langgestreckten Ventilsitzträger 21 umschließt bzw. aufnimmt. Die beiden Gehäuseteile 14 und 18 sind z. B. mit einer umlaufenden Schweißnaht fest miteinander verbunden.

10 In dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind das untere Gehäuseteil 18 und der weitgehend rohrförmige Ventilsitzträger 21 durch Verschrauben fest miteinander verbunden; Schweißen, Löten oder Bördeln stellen aber ebenso
15 mögliche Fügeverfahren dar. Die Abdichtung zwischen dem Gehäuseteil 18 und dem Ventilsitzträger 21 erfolgt z. B. mittels eines Dichtrings 22. Der Ventilsitzträger 21 besitzt über seine gesamte axiale Ausdehnung eine innere Durchgangsöffnung 24, die konzentrisch zu der Ventillängsachse 8 verläuft.

20 Mit seinem unteren Ende 25, das auch zugleich den stromabwärtigen Abschluß des gesamten Brennstoffeinspritzventils darstellt, umgibt der Ventilsitzträger 21 ein in der Durchgangsöffnung 24
25 eingepasstes scheibenförmiges Ventilsitzelement 26 mit einer sich stromabwärts kegelstumpfförmig verjüngenden Ventilsitzfläche 27. In der Durchgangsöffnung 24 ist die z. B. stangenförmige, einen weitgehend kreisförmigen Querschnitt aufweisende Ventilnadel 20 angeordnet, die an
30 ihrem stromabwärtigen Ende einen Ventilschließabschnitt 28 aufweist. Dieser beispielsweise kugelig oder teilweise kugelförmig bzw. abgerundet ausgebildete oder sich keglig

5 verjüngende Ventilschließabschnitt 28 wirkt in bekannter Weise mit der im Ventilsitzelement 26 vorgesehenen Ventilsitzfläche 27 zusammen. Das axial bewegliche Ventilteil kann neben der dargestellten Ausführung mit Anker 19, Ventalnadel 20 und Ventilschließabschnitt 28 auch völlig anderweitig als axial beweglicher Ventilschließkörper, z.B. als Flachanker, ausgebildet sein. Stromabwärts der Ventilsitzfläche 27 ist im Ventilsitzelement 26 wenigstens eine erfindungsgemäß ausgestaltete Austrittsöffnung 32 für den Brennstoff eingebracht. Die Austrittsöffnung 32 verläuft bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 konzentrisch zur Ventillängsachse 8 und endet an einer senkrecht zur Ventillängsachse 8 verlaufenden, ebenen unteren Stirnseite des Ventilsitzelements 26.

10 15 Die Betätigung des Einspritzventils erfolgt in bekannter Weise elektromagnetisch. Ein Piezoaktor oder ein magnetostriktiver Aktor als erregbare Betätigungselemente sind jedoch ebenso denkbar. Ebenso ist eine Betätigung über
20 einen gesteuert druckbelasteten Kolben denkbar. Zur axialen Bewegung der Ventalnadel 20 und damit zum Öffnen entgegen der Federkraft einer in der Längsöffnung 7 des Kerns 2 angeordneten Rückstellfeder 33 bzw. Schließen des
25 Einspritzventils dient der elektromagnetische Kreis mit der Magnetspule 1, dem Kern 2, den Gehäuseteilen 14 und 18 und dem Anker 19. Der Anker 19 ist mit dem dem
30 Ventilschließabschnitt 28 abgewandten Ende der Ventalnadel 20 z. B. durch eine Schweißnaht verbunden und auf den Kern 2 ausgerichtet. Zur Führung der Ventalnadel 20 während ihrer Axialbewegung mit dem Anker 19 entlang der Ventillängsachse 8 dient einerseits eine im Ventilsitzträger 21 am dem Anker 19 zugewandten Ende vorgesehene Führungsöffnung 34 und

andererseits ein stromaufwärts des Ventilsitzelements 26 angeordnetes scheibenförmiges Führungselement 35 mit einer maßgenauen Führungsöffnung 55. Der Anker 19 ist während seiner Axialbewegung von dem Zwischenteil 4 umgeben.

5

Zwischen dem Führungselement 35 und dem Ventilsitzelement 26 ist ein weiteres scheibenförmiges Element, und zwar ein Drallelement 47 angeordnet, so dass alle drei Elemente 35, 47 und 26 unmittelbar aufeinanderliegen und im Ventilsitzträger 21 Aufnahme finden. Die drei scheibenförmigen Elemente 35, 47 und 26 sind z.B. stoffschlüssig fest miteinander verbunden.

10

15

20

25

Eine in der Längsöffnung 7 des Kerns 2 eingeschobene, eingepresste oder eingeschraubte Einstellhülse 38 dient zur Einstellung der Federvorspannung der über ein Zentrierstück 39 mit ihrer stromaufwärtigen Seite an der Einstellhülse 38 anliegenden Rückstellfeder 33, die sich mit ihrer gegenüberliegenden Seite am Anker 19 abstützt. Im Anker 19 sind ein oder mehrere bohrungsähnliche Strömungskanäle 40 vorgesehen, durch die der Brennstoff von der Längsöffnung 7 im Kern 2 aus über stromabwärts der Strömungskanäle 40 ausgebildete Verbindungskanäle 41 nahe der Führungsöffnung 34 im Ventilsitzträger 21 bis in die Durchgangsöffnung 24 gelangen kann.

30

Der Hub der Ventilmadel 20 wird durch die Einbaulage des Ventilsitzelements 26 vorgegeben. Eine Endstellung der Ventilmadel 20 ist bei nicht erregter Magnetspule 1 durch die Anlage des Ventilschließabschnitts 28 an der Ventilsitzfläche 27 des Ventilsitzelements 26 festgelegt, während sich die andere Endstellung der Ventilmadel 20 bei

erregter Magnetspule 1 durch die Anlage des Ankers 19 an der stromabwärtigen Stirnseite des Kerns 2 ergibt. Die Oberflächen der Bauteile im letztgenannten Anschlagbereich sind beispielsweise verchromt.

5

Die elektrische Kontaktierung der Magnetspule 1 und damit deren Erregung erfolgt über Kontaktelemente 43, die noch außerhalb des Spulenkörpers 3 mit einer Kunststoffumspritzung 44 versehen sind. Die Kunststoffumspritzung 44 kann sich auch über weitere Bauteile (z. B. Gehäuseteile 14 und 18) des Brennstoffeinspritzventils erstrecken. Aus der Kunststoffumspritzung 44 heraus verläuft ein elektrisches Anschlusskabel 45, über das die Bestromung der Magnetspule 1 erfolgt. Die Kunststoffumspritzung 44 ragt durch das in diesem Bereich unterbrochene obere Gehäuseteil 14.

10

15

In den Figuren 2 und 3 sind zwei weitere Beispiele von Führungs- und Sitzbereichen dargestellt, wobei die gegenüber Figur 1 gleichbleibenden bzw. gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet sind. Dabei soll verdeutlicht werden, dass alle Aussagen zur Herstellung und Ausbildung der Austrittsöffnungen 32 unabhängig von der Neigungsrichtung der Austrittsöffnungen 32 bzw. von der Ausgestaltung der die Austrittsöffnungen 32 aufweisenden Bauteile 26, 67 zu sehen sind.

20

25

Bei dem in Figur 2 gezeigten Beispiel hat das Ventilsitzelement 26 einen umlaufenden Flansch 64, der das stromabwärtige Ende des Ventilsitzträgers 21 untergreift. Die Austrittsöffnung 32 ist z.B. schräg geneigt zur Ventillängsachse 8 eingebracht, wobei sie stromabwärtig in einem konvex ausgewölbten Abspritzbereich 66 endet.

30

Das in Figur 3 gezeigte Beispiel entspricht weitgehend dem in Figur 2 dargestellten Beispiel, wobei der wesentliche Unterschied darin besteht, dass nun ein zusätzliches viertes
5 scheibenförmiges Abspritzelement 67 in Form einer Spritzlochscheibe vorgesehen ist, das die Austrittsöffnung 32 aufweist. Im Vergleich zu Figur 2 ist also das Ventilsitzelement 26 stromabwärts der Ventilsitzfläche 27 nochmals geteilt. Das Abspritzelement 67 und das
10 Ventilsitzelement 26 sind z.B. über eine mittels Laserschweißen erzielte Schweißnaht 68 fest miteinander verbunden, wobei die Verschweißung in einer ringförmig umlaufenden Vertiefung 69 vorgenommen ist. Neben dem Laserschweißen sind auch Bonden oder Widerstandsschweißen
15 u.a. geeignete Fügeverfahren für diese Verbindung denkbar.

In den Figuren 4 bis 18 sind neun Ausführungsvarianten von Austrittsöffnungen 32 beispielhaft dargestellt. Dabei zeigen
20 Figuren 4, 6, 8, 10, 12 und 14 Austrittsöffnungen 32 jeweils in einer Unteransicht, wobei die Blickrichtung auf die Austrittsöffnungen 32 in den Figuren 1 bis 3 mit Pfeilen 70 kenntlich gemacht ist. Entsprechend sind die Schnitte der Figuren 5, 7, 9, 11, 13 und 15 immer entlang der jeweiligen Öffnungsachse 71 vorgenommen, wobei die Öffnungsachse 71
nicht unbedingt mit der Ventillängsachse 8 zusammenfällt, wie die schräg geneigten Austrittsöffnungen 32 gemäß Figuren 2 und 3 beweisen.

Alle erfindungsgemäßen Austrittsöffnungen 32 zeichnet aus,
30 dass sie in wenigstens zwei Herstellungsschritten konturiert werden. Die Austrittsöffnungen 32 gemäß Figuren 4 bis 13 und 16 bis 18 werden derart in dem jeweiligen Bauteil 26, 67 eingebracht, dass in einem ersten Verfahrensschritt ein Durchgangsloch erzeugt wird. Dies erfolgt in konventioneller
35 Weise, wie bei Spritzlöchern von Einspritzventilen üblich,

durch Stanzen, Erodieren oder Laserbohren. In einem zweiten
Verfahrensschritt wird nachfolgend eine Konturierung des bis
dahin beispielsweise kreisförmig (oder aber auch z.B. mit
elliptischem Querschnitt) vorliegenden Durchgangslochs vom
abspritzseitigen Ende des Durchgangslochs her vorgenommen.
Dabei wird ein in Form und/oder Größe und/oder Kontur
gegenüber dem Durchgangsloch veränderter abspritzseitiger
Austrittsbereich 75 der Austrittsöffnung 32 erzeugt. In
vorteilhafter Weise findet diese Konturierung der
Austrittsöffnungen 32 mit einem nichtspanenden
Fertigungsverfahren statt, wobei der Materialabtrag
insbesondere berührungslos durch eine stark gebündelte,
energiereiche Strahlung erfolgt. Als thermische
Abtragverfahren bieten sich dabei besonders das Abtragen mit
Elektronen- oder mit Laserstrahlen an.

Die Figuren 4 und 5 zeigen eine Austrittsöffnung 32, die
einen kreisförmigen Querschnitt im Bereich des nicht weiter
konturierten Durchgangslochs besitzt, an den sich ein sich
in stromabwärtiger Richtung erweiternder Austrittsbereich 75
anschließt. Dieser Austrittsbereich 75 besitzt die Form
eines achteckigen Pyramidenstumpfes. In den Figuren 6 und 7
ist dagegen ein Ausführungsbeispiel einer Austrittsöffnung
32 dargestellt, bei der der Austrittsbereich 75 sechseckig
ausgeführt ist und die Wandungen des Austrittsbereichs 75
achsparell zur Öffnungsachse 71 verlaufen. Eckige
Austrittsbereiche 75 sind dabei nicht auf sechs oder acht
Ecken beschränkt, vielmehr können sehr einfach und äußerst
genau durch das Abtragen mit Elektronen- oder mit
Laserstrahlen Austrittsbereiche 75 mit wenigstens drei Ecken
in jeder beliebigen Eckenzahl ausgeformt werden. Durch die
Eckigkeit des Austrittsbereichs 75 werden Inhomogenitäten im
abzuspritzenden Spray erzeugt. Auf diese Weise werden
Sprayeinschnürungen verhindert, die ansonsten beim
Einspritzen bei hohem Gegendruck entstehen können. Von

besonderem Vorteil ist es, wenn, wie anhand von Figur 1 beschrieben, der Brennstoff mit Drall beaufschlagt wird, da dann in dem konturierten Austrittsbereich 75 wirkungsvoll lokale Brennstoffanhäufungen erzeugt werden, die als Strähnen besonders beim direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum erwünscht sind.

In den Figuren 8 bis 11 sind zwei Ausführungsbeispiele von Austrittsöffnungen 32 dargestellt, die anstelle eines eckigen Austrittsbereichs 75 einen kreisförmigen oder einen ovalen/elliptischen Austrittsbereich 75 aufweisen. In beiden Beispielen ist der Austrittsbereich 75 zweistufig ausgeführt, wobei der am weitesten stromabwärts liegende Abschnitt stets die größte Öffnungsweite hat. Während bei dem Beispiel gemäß Figuren 8 und 9 der erste Abschnitt 75' kreisförmig und der zweite Abschnitt 75'' elliptisch ausgeführt sind, weisen der erste und der zweite Abschnitt 75', 75'' bei dem Beispiel gemäß Figuren 10 und 11 jeweils einen kreisförmigen Querschnitt auf, wobei der Durchmesser des Abschnitts 75'' größer ist als der Durchmesser des Abschnitts 75'. Mit Hilfe solcher konturierten Austrittsöffnungen 32 lassen sich einfach Strahlaufweitungen realisieren, so dass die abgespritzten Sprays die Form eines runden oder ovalen Hohlkegels haben.

Die Figuren 12 und 13 zeigen ein Ausführungsbeispiel einer Austrittsöffnung 32, die einen kegelstumpfförmigen Austrittsbereich 75 besitzt. Neben einer sich in stromabwärtiger Richtung erweiternden konischen Ausführungsvariante, die in Figur 16 dargestellt ist, kann auch ein Austrittsbereich 75 erfindungsgemäß erzeugt werden, der sich in stromabwärtiger Richtung konisch verjüngt.

In den Figuren 14 und 15 ist eine Austrittsöffnung 32 dargestellt, die in einer anderen Herstellungsweise erzeugt

wird. Anstelle eines Durchgangslochs wird in das Bauteil 26, 67 zuerst in einem ersten Verfahrensschritt ein Sackloch eingebracht, z.B. durch Erodieren oder Laserbohren. In einem zweiten Verfahrensschritt wird nachfolgend vom abspritzseitigen Ende des Bauteils 26, 67 aus die gewünschte Austrittsöffnung 32 konturiert. In vorteilhafter Weise findet diese Konturierung der Austrittsöffnung 32 wiederum mit einem nichtspanenden Fertigungsverfahren statt, wobei als Abtragverfahren besonders das Abtragen mit Elektronen- oder mit Laserstrahlen in Frage kommen. Im dargestellten Beispiel ist die Öffnungsweite des Austrittsbereichs 75 kleiner als die Öffnungsweite des zuvor eingebrachten Sacklochs.

In den Figuren 16 bis 18 sind drei weitere Ausführungsbeispiele von Austrittsöffnungen 32 dargestellt. Diese Austrittsöffnungen 32 weisen entweder einen konischen, sich in Strömungsrichtung kegelstumpfförmig erweiternden Austrittsbereich 75 (Figur 16) oder einen sich erweiternden, kugelabschnittförmigen, konkav gewölbten Austrittsbereich 75 (Figur 17) oder einen sich erweiternden, parabolischen, konvex gewölbten Austrittsbereich 75 (Figur 18) auf.

Den Figuren 1 bis 3 sind Austrittsöffnungen 32 entnehmbar, deren Eintrittsebenen jeweils mittig angeordnet sind, womit gemeint ist, dass die Öffnungsachse 71 genau in einer Eintrittsebene 78 der Austrittsöffnung 32 die Ventillängsachse 8 schneidet. Diese Schnittpunkte sind in den Figuren 2 und 3 mit S bezeichnet. Bei einer konzentrischen Ausbildung der Austrittsöffnung 32 zur Ventillängsachse 8, wie in Figur 1 gezeigt, fallen die Öffnungsachse 71 und die Ventillängsachse 8 zusammen. Es soll ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass eine solche mittige Ausbildung der Austrittsöffnung 32 bezüglich der Eintrittsebene 78 keineswegs eine Bedingung für das

erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil ist. Vielmehr können die beschriebenen konturierten Austrittsöffnungen 32 auch außermittig eingebracht sein, so dass dann die jeweilige Eintrittsebene 78 einen Mittelpunkt hat, der nicht auf der Ventillängsachse 8 liegt. Besonders bei solchen außermittigen Austrittsöffnungen 32 ist es von Vorteil, wenn der Einlaufabschnitt der Austrittsöffnung 32 mit der Eintrittsebene 78 eine relativ kleine Öffnungsweite besitzt und der Austrittsbereich 75 dann deutlich aufgeweitet ist. Auf diese Weise können sogar bei außermittigen Austrittsöffnungen 32 im Ventilsitzelement 26 kleine Dichtdurchmesser an der Ventilsitzfläche 27 eingehalten werden.

Außer den bereits erwähnten Abtragverfahren mit Elektronen- oder mit Laserstrahlen sind auch andere Verfahren denkbar, mit denen eine Konturierung der Austrittsöffnung 32 von ihrem abspritzseitigen Ende aus möglich ist. Beispiele hierfür sind das Wasserstrahlschneiden oder das Formdrahterodieren.

10.08.99 Kg/Kat

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

15

20

30

1. Brennstoffeinspritzventil mit einem Brennstoffeinlass (2), mit einer erregbaren Betätigungseinrichtung (1, 2, 19), durch die ein Ventilschließglied (28) bewegbar ist, mit einem an einem Ventilsitzelement (26) ausgebildeten festen Ventilsitz (27), mit dem das Ventilschließglied (28) zum Öffnen und Schließen des Ventils zusammenwirkt, mit wenigstens einer stromabwärts des Ventilsitzes (27) vorgesehenen Austrittsöffnung (32) als Brennstoffauslass, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Austrittsöffnung (32) an ihrem abspritzseitigen Ende einen Austrittsbereich (75) hat,
 - der in Form und/oder Größe und/oder Kontur von der restlichen Ausführung der Austrittsöffnung (32) abweicht,
 - der von der dem Ventilsitz (27) abgewandten Seite der Austrittsöffnung (32) ausformbar ist und
 - der fertigungstechnisch unabhängig von der restlichen Ausbildung der Austrittsöffnung (32) konturiert ist.
2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass stromaufwärts der wenigstens einen Austrittsöffnung (32) ein drallerzeugendes Mittel (47) vorgesehen ist.

3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Austrittsöffnung (32) in dem Ventilsitzelement (26) ausgebildet ist.

5 4. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass stromabwärts des Ventilsitzelements (26) ein Abspritzelement (67) angeordnet und die wenigstens eine Austrittsöffnung (32) in dem Abspritzelement (67) ausgebildet ist.

10 5. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Austrittsbereich (75) der Austrittsöffnung (32) mehreckig ausgeführt ist.

15 6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Austrittsbereich (75) der Austrittsöffnung (32) sich in Strömungsrichtung pyramidenstumpfförmig erweiternd oder verjüngend ausgeführt ist.

20 7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Austrittsbereich (75) der Austrittsöffnung (32) einen kreisförmigen oder elliptischen Querschnitt aufweist.

8. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Austrittsbereich (75) der Austrittsöffnung (32) sich in Strömungsrichtung kegelstumpfförmig erweiternd oder verjüngend ausgeführt ist.

30 9. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Austrittsbereich (75) der Austrittsöffnung (32) konvex oder konkav gewölbt ausgeführt ist.

10. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Austrittsbereich (75) der Austrittsöffnung (32) in Strömungsrichtung aufeinanderfolgend mehrere Abschnitte (75', 75'') hat, die sich in Form und/oder Größe und/oder Kontur voneinander unterscheiden.

11. Verfahren zur Herstellung von Austrittsöffnungen an einem Ventil, insbesondere einem Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, das einen Brennstoffeinlass (2), eine erregbare Betätigungseinrichtung (1, 2, 19), durch die ein Ventilschließglied (28) bewegbar ist, einen an einem Ventilsitzelement (26) ausgebildeten festen Ventilsitz (27), mit dem das Ventilschließglied (28) zum Öffnen und Schließen des Ventils zusammenwirkt, und wenigstens eine stromabwärts des Ventilsitzes (27) vorgesehene Austrittsöffnung (32) als Brennstoffauslass hat, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Austrittsöffnung (32) derart hergestellt wird, dass in einem ersten Verfahrensschritt ein Durchgangsloch erzeugt wird und in einem zweiten Verfahrensschritt von dem abspritzseitigen Ende des Durchgangslochs her ein in Form und/oder Größe und/oder Kontur gegenüber dem Durchgangsloch veränderter Austrittsbereich (75) erzeugt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Durchgangsloch mittels Stanzen, Erodieren oder Laserstrahlbohren ausgeformt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausformen des Austrittsbereichs (75) mit einem nichtspanenden Fertigungsverfahren erfolgt.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausformen des Austrittsbereichs (75) mit einer stark

gebündelten, energiereichen Strahlung erfolgt, insbesondere mit Elektronen- oder mit Laserstrahlen.

5

15. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausformen des Austrittsbereichs (75) mittels Formdrahterodieren erfolgt.

10

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das in dem ersten Verfahrensschritt erzeugte Durchgangsloch einen kreisförmigen oder einen elliptischen Querschnitt hat.

15

20

30

17. Verfahren zur Herstellung von Austrittsöffnungen an einem Ventil, insbesondere einem Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, das einen Brennstoffeinlass (2), eine erregbare Betätigungseinrichtung (1, 2, 19), durch die ein Ventilschließglied (28) bewegbar ist, einen an einem Ventilsitzelement (26) ausgebildeten festen Ventilsitz (27), mit dem das Ventilschließglied (28) zum Öffnen und Schließen des Ventils zusammenwirkt, und wenigstens eine stromabwärts des Ventilsitzes (27) vorgesehene Austrittsöffnung (32) als Brennstoffauslass hat, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Austrittsöffnung (32) derart hergestellt wird, dass in einem ersten Verfahrensschritt ein Sackloch von dem dem abspritzseitigen Ende gegenüberliegenden zulaufseitigen Ende erzeugt wird und in einem zweiten Verfahrensschritt von dem abspritzseitigen Ende der zu erzeugenden Austrittsöffnung (32) her ein Austrittsbereich (75) bis zum Sackloch so weit erzeugt wird, dass eine durchgehende Austrittsöffnung (32) entsteht.

35

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Sackloch mittels Erodieren oder Laserstrahlbohren ausgeformt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausformen des Austrittsbereichs (75) mit einem nichtspanenden Fertigungsverfahren erfolgt.

5

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausformen des Austrittsbereichs (75) mit einer stark gebündelten, energiereichen Strahlung erfolgt, insbesondere mit Elektronen- oder mit Laserstrahlen.

10

21. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausformen des Austrittsbereichs (75) mittels Formdrahterodieren erfolgt.

15

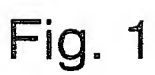
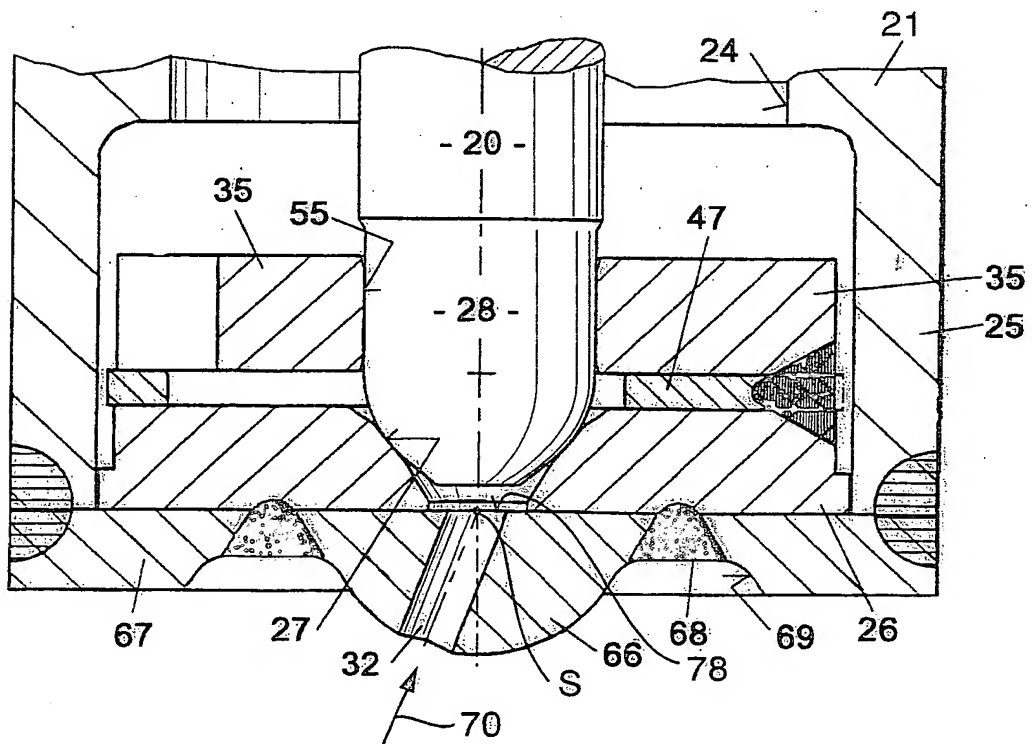
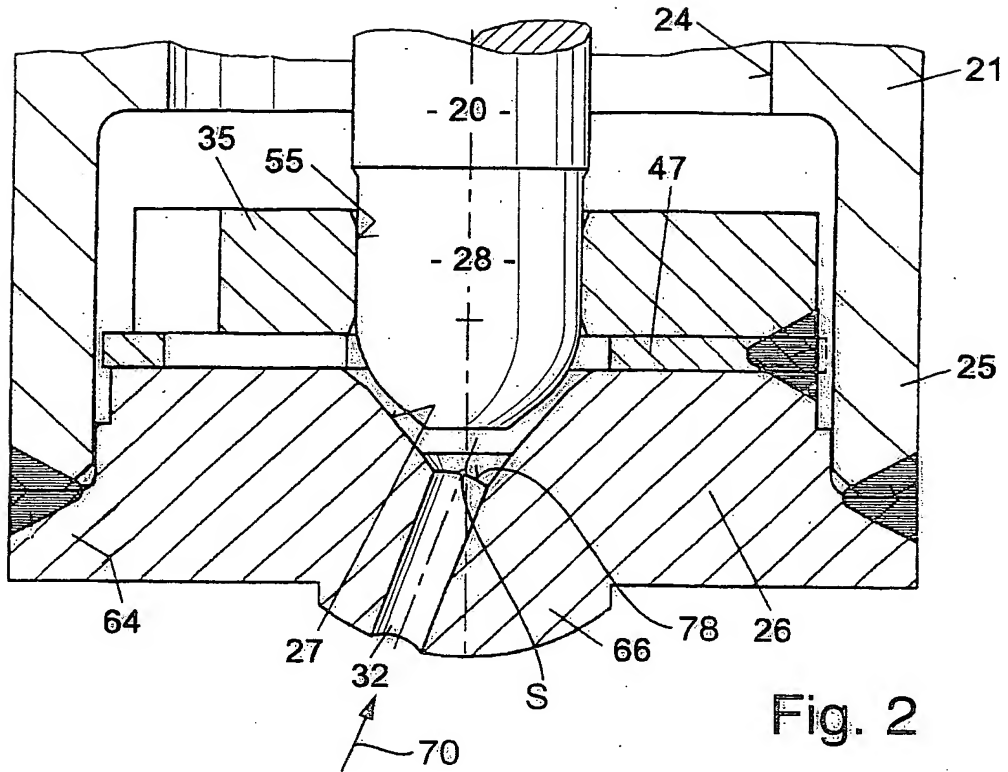


Fig. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

10.08.99 Kg/Kat

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Brennstoffeinspritzventil und Verfahren zur Herstellung von Austrittsöffnungen an Ventilen

Zusammenfassung

15

Die Erfindung betrifft u.a. ein Verfahren zur Herstellung von Austrittsöffnungen (32) an einem Ventil, insbesondere einem Brennstoffeinspritzventil. Das Einspritzventil weist einen Brennstoffeinlass (2), eine erregbare

20

Betätigungseinrichtung (1, 2, 19), durch die ein Ventilschließglied (28) bewegbar ist, einen an einem Ventilsitzelement (26) ausgebildeten festen Ventilsitz (27), mit dem das Ventilschließglied (28) zum Öffnen und Schließen des Ventils zusammenwirkt, und wenigstens eine stromabwärts des Ventilsitzes (27) vorgesehene Austrittsöffnung (32) als Brennstoffauslass auf. Die wenigstens eine Austrittsöffnung (32) wird derart hergestellt, dass in einem ersten Verfahrensschritt ein Durchgangsloch in dem Ventilsitzelement (26) erzeugt wird und in einem zweiten Verfahrensschritt von dem abspritzseitigen Ende des Durchgangslochs her ein in Form und/oder Größe und/oder Kontur gegenüber dem Durchgangsloch veränderter Austrittsbereich erzeugt wird.

30

(Figur 1)

3/6

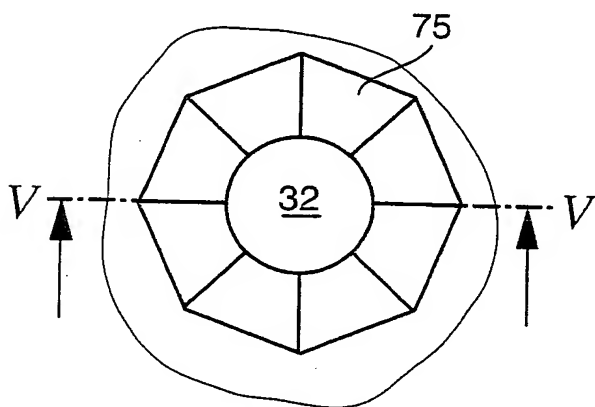


Fig. 4

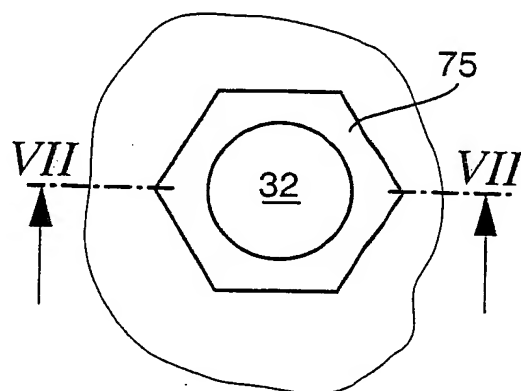


Fig. 6

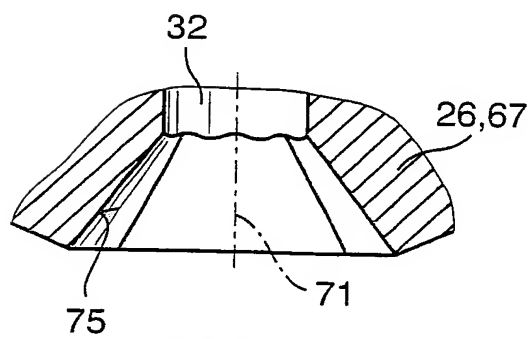


Fig. 5

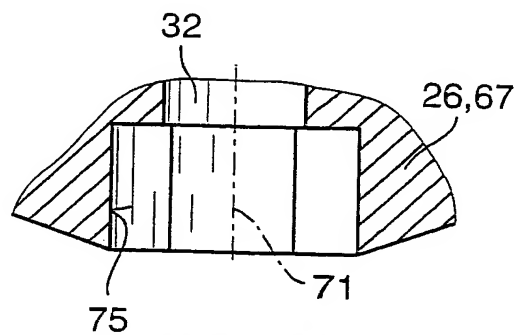


Fig. 7

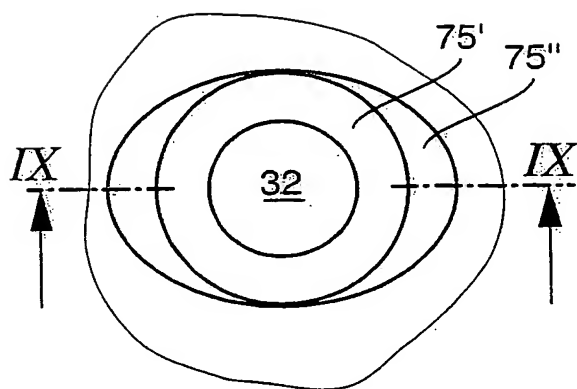


Fig. 8

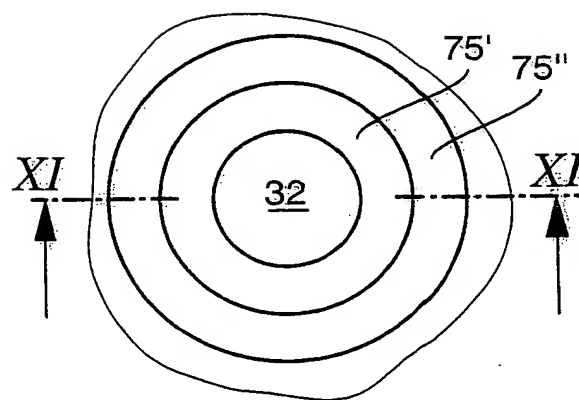


Fig. 10

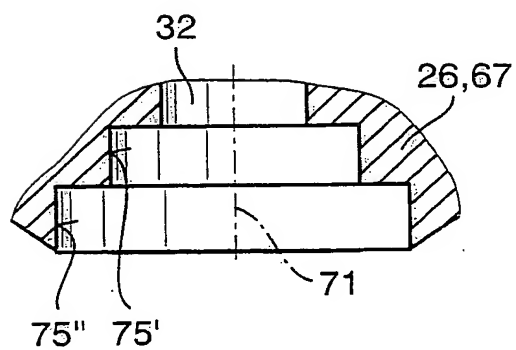


Fig. 9

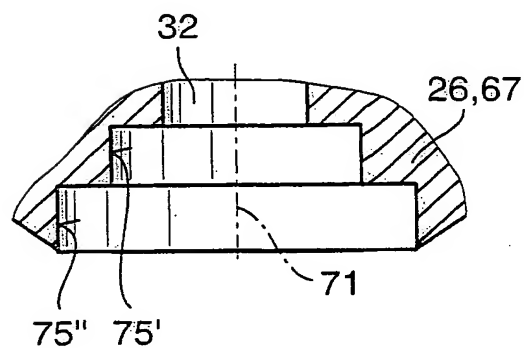


Fig. 11

5/6

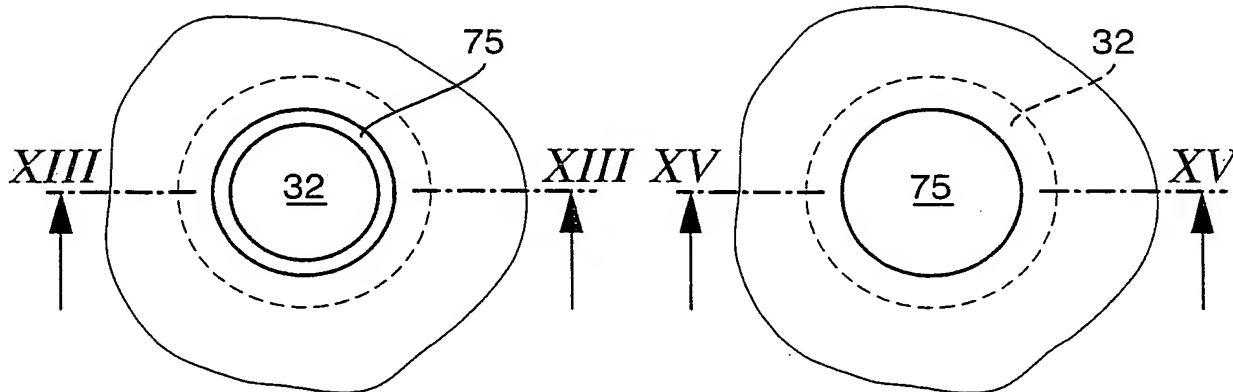


Fig. 12

Fig. 14

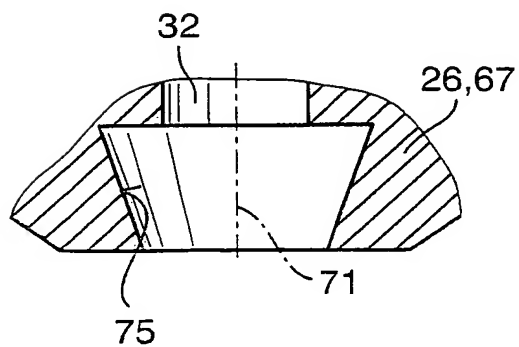


Fig. 13

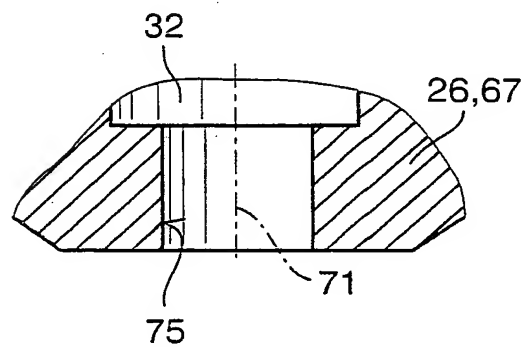


Fig. 15

6/6

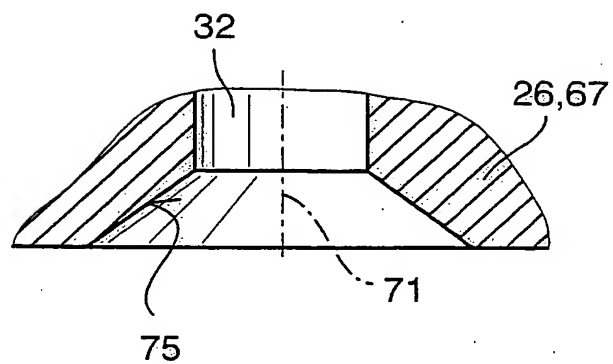


Fig. 16

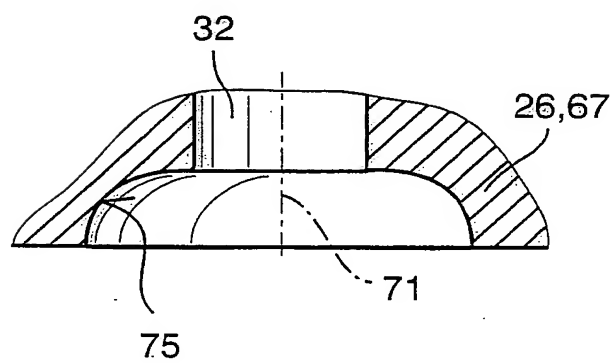


Fig. 17

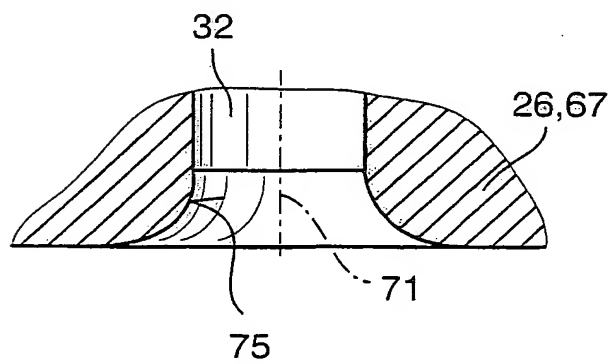


Fig. 18

THIS PAGE BLANK (USPTO)